

Näringen - jordbrukets fundament

Moder matjord del 2

Michael Abdi Onsäter

Eftersom matjordens näringsinnehåll minskar över tid i samband med att den brukas tillsätter vi regelbundet näring till den, antingen i form av naturgödsel eller industriellt producerad konstgödsel. Det är helt nödvändig för att jorden ska fortsätta vara bördig och produktiv, men det kan också innebära svåra konsekvenser för miljön, särskilt om mängden näring som tillsätts är för stor, eller om marken inte hanteras på rätt sätt.

Grovt räknat står lantbruket för en femtedel av de globala utsläppen av växthusgaser. I Sverige ligger den siffran på 13 procent (1), enligt Naturvårdsverkets statistik. Mycket av politikens fokus ligger nu på att fasa ut fossila bränslen i arbetsmaskiner och transporter i jordbrukssektorn, men dessa står endast för en liten del av utsläppen. Klart viktigare är de svårberäknade organiska processerna: metan från idisslare, koldioxidläckage från jordbruksmarken och lustgas från kvävet kretslopp. Utsläppen av den mycket potenta växthusgasen lustgas har ökat markant under 1900-talet (2) och har ett direkt samband med hantering och tillförsel av kvävegödsel till jordbruksmarken. I Sverige står lustgasen för en tredjedel av jordbrukets klimatpåverkan.

Förutom att bidra till klimatkrisen leder näringsläckaget också till försurning och övergödning av omgivande miljö. Produktionen av konstgödsel är dessutom mycket energikrävande och görs nästan uteslutande på fossila råvaror.

Explosionsartad samhällsutveckling

De näringsämnen som växten behöver absolut mest av är kväve, fosfor och kalium. Kvävet stimulerar blad tillväxt, fosfor behövs för knoppsättning och för att binda solenergi medan kalium spelar roll för fruktsättningen, stambyggnad och andra fysikaliska egenskaper. Utöver dessa makronäringsämnen så behöver växterna även en mängd olika metaller som magnesium, svavel, järn, mangan, zink, koppar i mindre koncentrationer.

Kvävet var länge en begränsande faktor i jordbruket, men i början av 1900-talet uppfanns två kemiska processer som skulle förändra spelplanen för all framtid: Haber-Bosch processen och den efterföljande Ostwaldprocessen. Dessa processer använder metangas (naturgas) för att utvinna kväve ur luften i en form som sedan kan tas upp av växter. Konstgödslet var uppfunnet.

Lantbrukets utsläppskällor

Lantbrukets klimatpåverkan (2) är mycket mer svårberäknat än exempelvis transportindustrins eller energisektorns. Detta eftersom utsläppen huvudsakligen härrör från biologiska processer som är långt mer komplexa och svåra att mäta. Framförallt är det tre utsläppskällor som står för huvuddelen av klimatpåverkan:

- Koldioxid frigörs både när man först gör jordbruksmark av naturmark och när marken sedan odlas och bearbetas. Ju mer i kontakt jorden kommer med luften, desto mer koldioxid släpper den ut. Gasen har en halveringstid på 50 år och försvinner genom upptag av växter, havsvatten och olika geologiska processer.
- Metan bildas i matsmältningen hos kor och andra idisslare. Metanet är en mycket potent växthusgas, ungefär 30 gånger starkare än koldioxid, men har en kort uppehållstid i atmosfären. Efter 10 år omvandlas hälften av metanet till koldioxid. Metangas står för 15-18 procent av människans klimatpåverkan, de största källorna är fossilenergiindustrin och lantbruket, som orsakar en tredjedel vardera av utsläppen.
- Lustgas, eller dikväveoxid (N₂O), uppstår när kväve cirkulerar i och kring jordbruksmarken. Gasen beräknas orsaka 5-7 procent av växthuseffekten och kommer nästan uteslutande från lantbruket. Lustgasen är långlivad, med en halveringstid på 100 år, och är ungefär 300 gånger så potent som koldioxid.

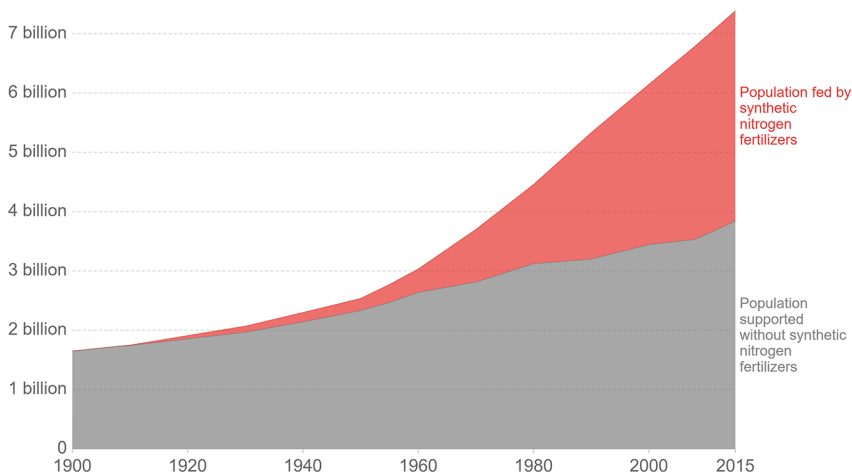
Utvecklandet av industriellt konstgödsel svarar för en enorm del av den populationsökning som skedde under 1900-talet; utan dessa hade det intensiva moderna jordbruket inte kunnat växa fram. Sedan 1960 har produktionen av kvävegödsel ökat från 10 miljoner ton globalt till 120 miljoner ton (3), och idag beräknas någonstans mellan en tredjedel och hälften av världens mat produceras tack vare syntetiska gödningsmedel (4).

Produktionen av kvävegödsel är energikrävande och förlitar sig nästan uteslutande på fossil metangas. Varje år produceras över 150 miljoner ton ammoniak, och merparten går till gödselproduktion. Enligt en rapport stod Haber-Bosch-processen för nästan 500 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2010 (5). Det motsvarar 10 svenska årsutsläpp, eller en procent av världens utsläpp av växthusgaser.

World population supported by synthetic nitrogen fertilizers



Estimates of the share of the global population which could be supported with and without the production of synthetic nitrogen fertilizers (via the Haber-Bosch process) for food production. Best estimates project that just over half of the global population could be sustained without reactive nitrogen fertilizer derived from the Haber-Bosch process.



Source: Erisman et al. (2008); Smil (2002); Stewart (2005) OurWorldInData.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed/ • CC BY

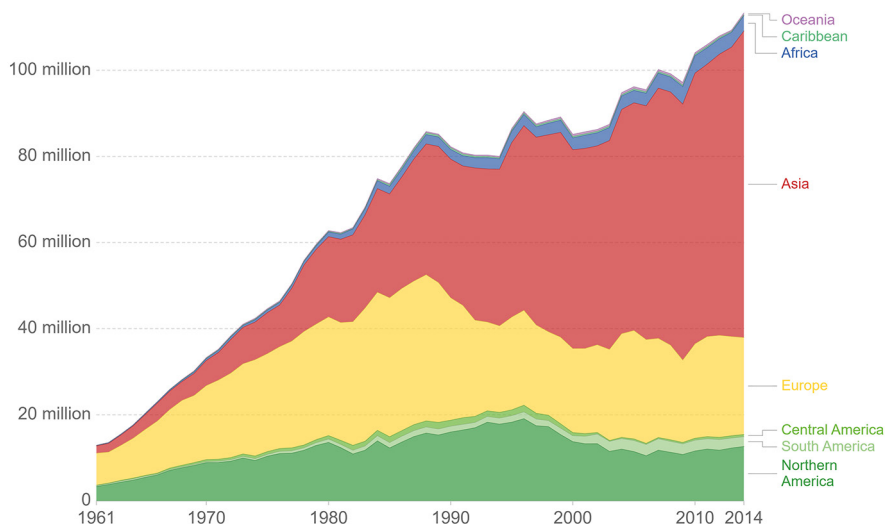
Andel av världsbefolkningen som livnärns med och utan syntetiskt kvävegödsel

Foto: Our World in Data

Nitrogen fertilizer production, 1961 to 2014



Global nitrogenous fertilizer production, measured in tonnes of nitrogen produced per year.



Source: UN Food and Agricultural Organization (FAO) OurWorldInData.org/fertilizer-and-pesticides/ • CC BY

Produktion av konstgjort kvävegödsel, 1961-2014

Foto: Our World in Data

Peak gödsel?

Haber-Bosch-processen och Ostwaldprocessen använder sig av luftens oändliga kvävereservoar för att producera kvävegödsel; 78 procent av vår omgivande luft består av kväve. Men de andra näringsämnen som fosfor och kalium måste utvinnas ur mineraler som bryts i gruvor runt om i världen. Det är ofta en mycket energikrävande och miljöpåverkande process som dessutom har geopolitiska aspekter, då reserverna är ojämnt spridda över världen.

Fosfor, som är den andra av tre viktiga makronäringsämnen, finns i alla organismers celler och utgör DNA-molekylens ryggrad. Precis som med det kvävebaserade konstgödslets har produktionen av fosforgödsel ökat markant under 1900-talets andra hälft. I dagsläget är Kina världens i särklass största producent av fosfor (6), följt av Marocko, USA och Ryssland.

Länge ansågs reserverna vara outtömliga och priset var lågt, men efter finanskrisen 2008 hände något som fick många att tänka om; priset på fosfor ökade med 800 procent vilket ledde till skenande matpriser och i förlängningen stora demonstrationer och instabilitet i låginkomstländer. Vikten av fosfor som samhällsbärande resurs blev tydligt och flera forskare och institutioner började undersöka hur mycket tillgänglig fosfor som faktiskt fanns kvar i jorden. Det började talas om "peak fosfor" (7) (jämför peak oil) - den tidpunkt då maximal fosforproduktion är uppnådd för att sedan avta.

Uppskattningarna om när peak fosfor kommer inträffa skiljer sig rejält beroende på vem man frågar. Somliga hävdar att det kommer inträffa om 35 år (8), medan andra mer optimistiska beräkningar uppskattar siffran till 400 år (9) - men då med antagandet att vi upptäcker nya reserver och att teknologiska framsteg gör utvinningen billigare.

Oavsett så kommer det inträffa förr eller senare. Lägg därtill att matproduktionen väntas öka markant under detta århundrade i takt med befolkningstillväxten och den ökande efterfrågan på animalier, som har en mycket högre fosfor-fotavtryck än de flesta vegetabilier.

Det finns även en viktig geopolitisk aspekt. Enligt US Geological Survey 2015 finns hela 88 procent av världens kvarvarande fosforkällor i Marocko, Kina, Syrien och Sydafrika (10). Bara Marocko kontrollerar tre fjärdedelar av världens reserver, varav en stor del finns i det ockuperade Västsahara. USA som tidigare var världsledande har sett sina reserver sina. Kina har infört exporttullar för att skydda sina reserver. Det innebär att hela den globala marknaden för konstgödsel - och i förlängningen hela ekonomin - blir beroende av ett handfull länder. Det samma gäller kalium, det tredje makronäringsämnet, där Ryssland, Belarus och Kanada står för över hälften av världens produktion (11).

Den biogeokemiska cykeln är bruten. Dagens intensiva jordbruk tar ingen



Mineralbrytning är en energikrävande process som innebär en stor belastning på miljön. ”Mining16.tif” by NRCS Montana is licensed under CC PDM 1.0

hänsyn till fosfors känsliga natur, och därför slösas det vilt med resursen. Bara en femtedel av fosfatet som bryts hamnar i maten som vi äter (12) - fyra femtedelar förloras på vägen under processering, gödselproduktion, läckage eller genom matsvinn. Merparten av de 220 miljoner ton fosfor som bryts varje år hamnar i sjöar och vattendrag där de bidrar till toxisk övergödning.

Övergödning i ett linjärt kretslopp

Växterna tar bara upp en viss del av den näring som tillförs, resten ansamlas i jorden och läcker lätt vidare med regnvatten, särskilt om marken är övergödslad. Den näring som läcker ut från vårt icke-cirkulära jordbrukssystem leder till övergödning i sjöar och hav runt om i världen.

Den rubbade näringsbalansen leder till att känsliga ekosystem sätts ur spel och arter försvagas eller dör ut. De flesta har till exempel hört om de giftiga algbloomningarna i Östersjön, som är ett resultat av övergödning och leder till syrefria bottenar. I sjöar och floder är det framförallt tillskottet av fosfor som är skadligt, medan det i hav ofta är kvävet som leder till problem. En stor studie från 2008 fann att det existerar 400 så kallade “dead-zones” (13) - övergödda zoner utan liv - i världshaven idag. Den största omfattar nästan hela Omanbukten på en yta större än Grekland.

Enligt Helena Aronsson, forskare på SLU, har 35 - 45 procent av näringsbelastningen i Östersjöregionen och Sverige sitt ursprung i jordbruket. Det är tre faktorer som ligger bakom näringsläckaget: Dels är det vår kontinuerliga närings-tillförsel - allt tas inte upp av växterna utan följer med regnvatten och vind till



Övergödning kan leda till algblomning som i sin tur kväver ekosystemen. Dianchi Lake, China by eutrophication&hypoxia is licensed under CC BY 2.0

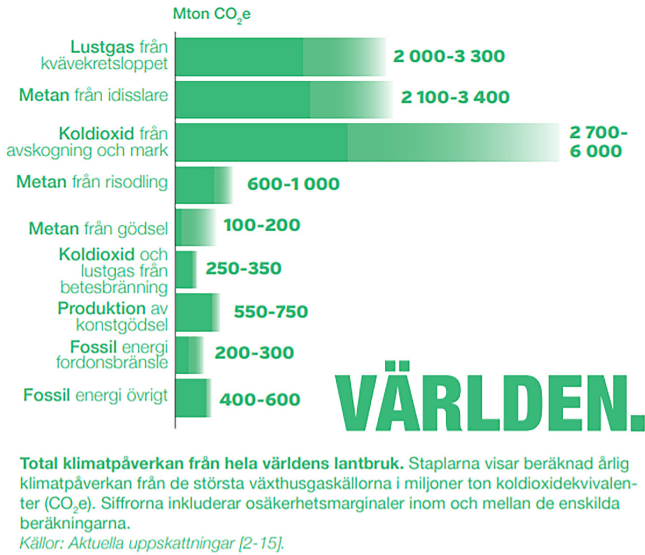
omgivande miljöer. Det faktum att marken inte är ständigt bevuxen är en annan faktor, eftersom det leder till mer exponering och erosion. Dessutom bearbetas marken genom plöjning, vilket ökar rörligheten hos näringsämnen ytterligare.

- I skogen så kalvbugger vi marken med ca 100 år emellan, och det är egentligen bara under byggesfasen som vi ser ett ökat läckage. I jordbruket "kalvbugger" vi varje år och marken ligger ibland helt bar mellan grödorna. Det är en akilleshäla för jordbruket. Det ger förluster både genom läckage och under vissa omständigheter genom erosion av fosforrika lerpartiklar. Jordar som gödslats under många år har också en större läckagebenägenhet än naturliga marker, just genom att vi gjort dem bördiga. Men det är främst när man gödslar mer än gröda behöver som man ser riktiga läckagetoppar. Och då spelar det ingen roll om det är stallgödsel, konstgödsel eller andra organiska gödselmedel. För stor näringstillförsel ger läckage, säger Helena Aronsson till Mat och Klimat.

Gödslet och klimatet

Tidigare diskuterade vi framställningen av konstgödsel och främst kvävegödsel ur klimatsynpunkt. Mängder av fossil energi används för att tillgängliggöra luftens kväve i en form som växterna sedan kan ta upp.

Men när det gäller lantbrukets klimatpåverkan är det de svårberäknade organiska utsläppskällorna som ger högst påverkan. En sådan är utsläppen av lustgas som sker därför att vi tillför så mycket nytt reaktivt kväve till systemet, genom industriellt konstgödsel och kvävefixerande grödor.



Merparten av utsläppen från lantbruket kommer från organiska utsläppskällor. Foto: Ekologiska Lantbrukarna.

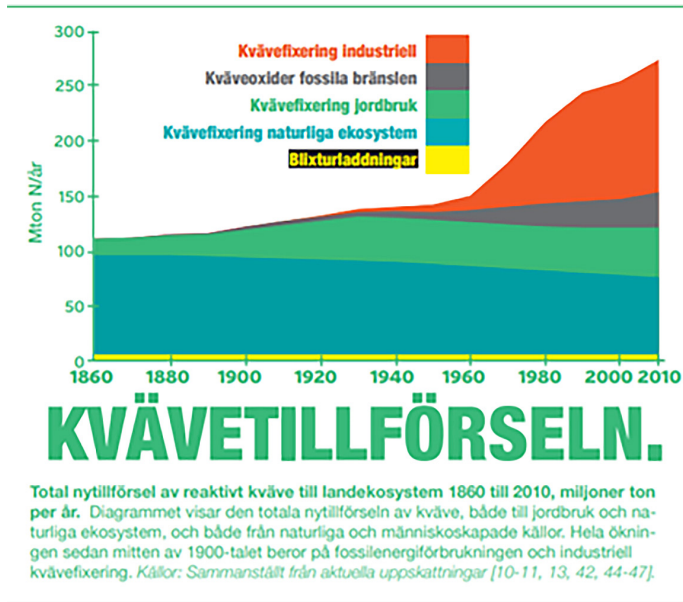
Lustgas, eller dikväveoxid, är en otroligt potent växthusgas som ibland underskattas i klimatdebatten. Den är 300 gånger så potent som koldioxid och har en halveringstid på över 100 år. Lustgasen står för 5-7 procent av den globala växthuseffekten (2) och härstammar nästan uteslutande från lantbruket.

Gasen bildas som en biprodukt vid naturliga biokemiska processer och bildas i många olika miljöer i lantbrukets kvävekretslopp, men framförallt där det förekommer höga koncentrationer av kväve. Till exempel när åkermark kvävegödslas, vid lagring av stallgödsel, från gödsel som betande djur släpper på betesmark, i skörderester som bryts ned efter skörd eller när kväve frigörs från lagrat organiskt material i åkerjorden.

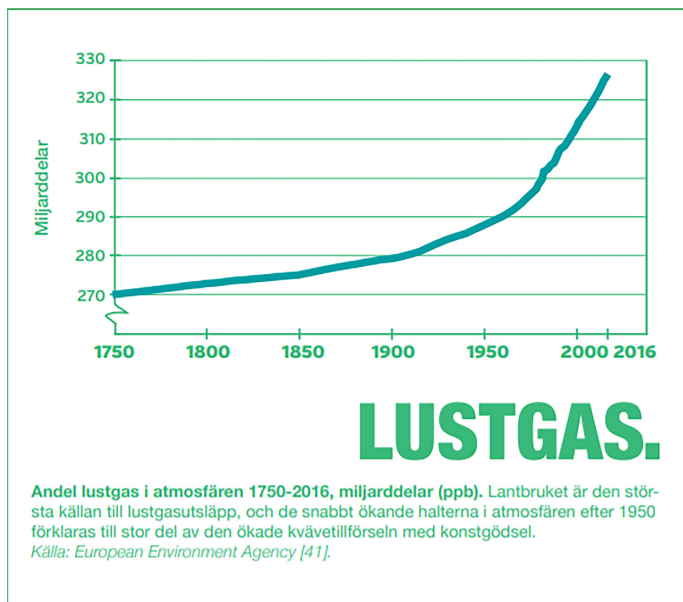
På grund av kvävecykelns komplexa natur är det svårt att kvantifiera exakta utsläpp vid olika poster, men forskningen visar tydligt att andelen lustgas har ökat mycket snabbt sedan mitten av 1900-talet, och större delen av ökningen beror på den ökade tillförseln av kväve i lantbruket, framförallt i form av konstgödsel.

Framtidens lantbruk?

Det moderna industrisamhällets jordbruksinnovationer har möjliggjort en explosionsartad befolkningsutveckling och givit stora delar av världen tillgång till billiga och effektivt producerade livsmedel. Men konsekvenserna av denna kortsiktiga och intensiva modell blir allt mer uppenbara i form av matjordar



Tillverkning av konstgödsel har kraftigt ökat det kväve som är i omlopp i naturen. Foto: Ekologiska Lantbrukarna



Andel lustgas i atmosfären sedan industriella revolutionen. Foto: Ekologiska Lantbrukarna

tema

som eroderar bort, försämras eller tappar sitt näringsinnehåll; övergödande näringsämnen som läcker ut och förstör ekosystem; ändliga mineraler som bryts under allt mer osäkra geopolitiska förhållanden samt ett bidrag till växthuseffekten som är alldeles för stort.

Vad finns det då för alternativa vägar framåt för världens matproduktion? Hur ska vi lyckas mätta de som redan idag är undernärda, för att inte tala om framtida generationer? Hur ska vi möta den ökade levnadsstandarden och efterfrågan på mer resurskrävande animalier? Det blir temat för nästa och sista del av denna artikelserie.

Referenser

1. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-jordbruk/>
2. <https://www.ekolantbruk.se/pdf/169161.pdf>
3. <https://ourworldindata.org/grapher/nitrogen-fertilizer-production>
4. https://ourworldindata.org/grapher/world-population-supported-by-synthetic-nitrogen-fertilizers?country=~OWID_WRL
5. <https://cen.acs.org/environment/green-chemistry/Industrial-ammonia-production-emits-CO2/97/i24>
6. <https://www.statista.com/statistics/681617/phosphate-rock-production-by-country/>
7. <http://phosphorusfutures.net/the-phosphorus-challenge/the-story-of-phosphorus-8-reasons-why-we-need-to-rethink-the-management-of-phosphorus-resources-in-the-global-food-system/>
8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095937800800099X>
9. <https://news.columbia.edu/2013/04/01/phosphorus-essential-to-life-are-we-running-out/>
10. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/phosphate-rock-statistics-and-information>
11. <https://web.archive.org/web/20190110210319/https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/potash/mcs-2018-potas.pdf>
12. <http://phosphorusfutures.net/the-phosphorus-challenge/the-story-of-phosphorus-8-reasons-why-we-need-to-rethink-the-management-of-phosphorus-resources-in-the-global-food-system/>
13. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/dead-zones>